



⑯ BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

Offenlegungsschrift DE 100 18 169 A 1

⑮ Int. Cl.⁷:
F 25 D 3/10
H 01 L 39/16
H 01 F 6/02

⑯ Aktenzeichen: 100 18 169.4
⑯ Anmeldetag: 12. 4. 2000
⑯ Offenlegungstag: 18. 10. 2001

DE 100 18 169 A 1

⑰ Anmelder:
Siemens AG, 80333 München, DE

⑰ Erfinder:
Gromoll, Bernd, Dr., 91083 Baiersdorf, DE

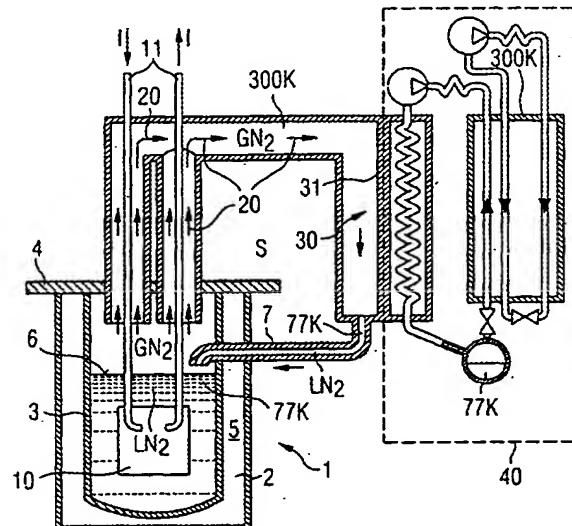
⑯ Entgegenhaltungen:
DE 198 56 425 A1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑯ Vorrichtung für in einem Kryostaten zu betreibendes elektrisches Betriebselement mit Stromzuleitungen

⑯ Vorrichtung (1) mit Kryostat (2), deren Kältemittel(5)-Umlauf (LN₂, GN₂) zwischen Kryostat und Wärmesenke (30) allein thermosyphon-angetrieben ist. Diese Vorrichtung ist über nur eine Wärmeübertragung (31) mit dieser Wärmesenke (30) verbunden.



DE 100 18 169 A 1

DE 100 18 169 A 1

1

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf eine Vorrichtung für in einem Kryostaten zu betreibendes elektrisches Betriebselement mit Stromleitungen von und zu einem auf Raum- oder höherer Temperatur befindlichem weiteren elektrischen Betriebselement mit Abgaskühlung. Dies erfolgt im wesentlichen mittels im gasförmigen Aggregatzustand befindlichen Anteilen des im Kryostaten vorhandenen Kältemittels. Das Kältemittel wird in der Vorrichtung mittels eines Wärmetauschers durch Abfuhr von Wärmemengen an eine Wärmesenke gekühlt. Diese Wärmemenge beruht zu wesentlichem Anteil auf dem Betrieb des im Kryostaten befindlichen Betriebselement.

[0002] Bei dem im Kryostaten zu betreibenden elektrischen Betriebselement handelt es sich vorzugsweise um Elemente, die bei insbesondere im Bereich der Temperatur der flüssigen Luft, vorzugsweise des flüssigen Stickstoffs, zu betreiben sind. Ein spezielles solches Betriebselement ist ein Hochtemperatur-supraleitendes Element wie z. B. ein Hochtemperatur-Supraleiter-(HTSL)-Strombegrenzer. Solche Strombegrenzer werden neuerdings in Starkstromanlagen, vorzugsweise in Mittelspannungsanlagen eingesetzt, wo sie einem mechanischen Kurzschlussstrom-Abschalter schon länger bekannter Bauart als Schutz wirksam vgeschaltet sind, bis dieser Abschalter mechanisch wirksam geworden ist. Diese Verwendung eines solchen Betriebselements bedingt, dass es, – in dem Kryostaten auf der erwähnten tiefen Temperatur gekühlt vorhanden –, mittels Zu- und Ableitungen für den elektrischen Betriebsstrom mit Betriebselementen außerhalb des Kryostaten verbunden ist. Dabei ist es nicht unüblich, dass im Falle eines wie erwähnten Strombegrenzers durch solche Stromleitungen mehrere Tausend Ampere im Dauer-Betrieb hindurchfließen.

[0003] In einer solchen Vorrichtung treten infolge des innerhalb dieser Vorrichtung fließenden elektrischen Stromes erhebliche Mengen Joulscher Wärme auf, die zuverlässig nach außen abgeführt werden müssen, damit das im Kryostaten befindliche Betriebselement auf der tiefen Kryo-Temperatur gehalten werden kann. Dies ist für das einwandfreie Funktionieren dieses Betriebselementes unabdingbar.

[0004] Der Vollständigkeit halber sei auch erwähnt, daß in dem im Kryostaten befindlichen elektrischen Betriebselement ebenfalls Joulsche Wärme auftreten kann und insbesondere dann sogar in kurzzeitig erheblicher Menge auftritt, wenn der oben erwähnte Kurzschlussfall, d. h. das Betriebselement seine Schutzfunktion erfüllt. Es erfüllt die hier erörterte Vorrichtung auch die mit dieser Betriebsfunktion verbundenen Bedingungen hinsichtlich der mit der Vorrichtung zu erreichen Kühlung bzw. Wärmeabfuhr.

[0005] Weitere Erläuterungen zur Erfindung seien des einfacheren und zweifelsfreien Verständnisses halber im Zusammenhang mit der Beschreibung einer beispielhaften und vorzugsweisen Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Vorrichtung gegeben. Zum Stand der Technik sei noch auf P. Komarek, "Hochstromanwendungen der Supraleitung", Teubner Verlag, Stuttgart (1995); Buyanov, Y.L. et al., "The Review of Current Leads for Cryogenic Devices", Cryogenics 15 (1995), Seiten 193–200 verwiesen. Dort sind im übrigen auch weitere Beispiele für mit Kryostaten zu betreibende elektrische Betriebselemente genannt, für deren Betrieb sich die erfindungsgemäße Vorrichtung gleichermaßen eignet. Dies gilt auch für den Betrieb der Vorrichtung mit Kryo-Temperaturen unterhalb der der flüssigen Luft.

[0006] Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, für eine Vorrichtung der oben genannten bekannten Art Ausführungsformen anzugeben, die für den Betrieb und insbesondere auch für den Wartungs- und Reparaturbetrieb einer sol-

2

chen Vorrichtung vorteilhaft ausgestaltet sind. Insbesondere betrifft dies den gemeinsamen bzw. gleichzeitigen Betrieb mehrerer solcher Vorrichtungen, z. B. im Mehrphasenbetrieb und auch in größeren Schaltanlagen. Diese Aufgabe wird mit einer solchen Vorrichtung eingangs umrissener Art gelöst, die die Merkmale des Anspruches 1 umfasst und Unteransprüche betreffen weitere Ausgestaltungen.

[0007] Das Prinzip und eine bevorzugte Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Vorrichtung sei anhand der zur Offenbarung der Erfindung gehörig beigefügten Figuren beschrieben.

[0008] Fig. 1 zeigt eine Ausführungsform einer erfindungsgemäß ausgebildeten Vorrichtung und

[0009] Fig. 2 zeigt ein System mit mehreren solchen erfindungsgemäßen Vorrichtungen.

[0010] Die Vorrichtung 1 umfasst einen Kryostaten 2, der im wesentlichen aus einem wärmeisolierten, vorzugsweise topfförmigen oder kesselförmigen Behälter 3 mit einem Deckel 4 besteht. In der Fig. 1 und ebenso im Betrieb ist dieser doppelwandige, durch evakuierten Doppelwand-Zwischenraum bekanntermaßen hoch-wärmeisolierende Behälter 3 mit einem Kältemittel 5 bis zu einem wie gezeigten Flüssigkeitsspiegel 6 gefüllt. Für die im Betrieb fortlaufende Zufuhr des Kältemittels 5 in flüssigem Aggregatzustand dient die Zuführungsleitung 7, wie sie dargestellt ist. Das flüssige Kältemittel ist beispielsweise flüssiger Stickstoff und mit LN₂ (Liquid Nitrogen) bezeichnet. Mit 10 ist pauschal das im Kryostaten zu betreibende elektrische Betriebselement bezeichnet, das z. B. ein wie erwähnter und beschriebener Hochtemperatur-Supraleiter-(HTSL)-Strombegrenzer sei. Dieser kann mit dem LN₂ auf der erforderlich niedrigen Betriebstemperatur gekühlt gehalten werden.

[0011] Mit 11 sind die schon erwähnten Strom-Zuleitungen und -Ableitungen bezeichnet. Durch diese Leitungen 11

35 fließt im Betrieb derjenige elektrische Strom, der mittels des Betriebselementes 10 unter bestimmten äußeren Bedingungen zu schalten ist. Dieser Strom I kann dabei mehrere Tausend Ampere betragen, sodass im Betrieb ständig von diesen Strom-Zuleitungen 11 ausgehend Wärme an deren unmittelbare Umgebung abgegeben wird. Um diese Wärme abzuführen bzw. zum Zwecke der Wärmeabfuhr dient oberhalb des Flüssigkeitsspiegels 6 im Inneren des Kryostaten 2 unterhalb des Deckels 4 befindliches Gas des Kältemittels 5. Dieses ist hier mit GN₂ für gasförmiges Nitrogen bezeichnet.

40 Infolge der mittels der von den stromdurchflossenen Leitungen 11 abgegebenen Wärme auftretenden Thermosyphonwirkung erfährt dieses gasförmige Kältemittel einen Thermosyphon-Antrieb mit der mit 20 bezeichneten Strömung. Für diese Gas-Strömung 20 ist der aus der Fig. 1 erreichbare Kreislauf konstruktiv vorgesehen. In diesen Kreislauf der Strömung 20 ist ein Wärmetauscher 30 eingefügt. Dieser dient dazu, mit der Gasströmung 20 transportierte Wärmemenge in diesem Wärmetauscher 30 an eine Wärmesenke 40 abzugeben. Dieser Wärmetauscher, der auch als Gegenstromwärmetauscher zu bezeichnen ist, ist

45 dazu vorgesehen und nach an sich bekannter Art ausgestaltet und bemessen, dass mit diesem bei Wärmekontakt-Verbindung 31 mit der Wärmesenke 40 das gasförmige Kältemittel GN₂ dort zu wieder flüssigem Kältemittel LN₂ kondensiert wird.

[0012] Als Wärmesenke dient der Wärmetauscher einer konventionellen Gemischkaskaden-Kältemaschine. Da diese Kältemaschine konventioneller Art ist, ist sie in der Fig. 1 nur dem Prinzip nach dargestellt.

[0013] Die Fig. 2 zeigt lediglich schematisch den Einsatz einer Mehrzahl erfindungsgemäßer Vorrichtungen 11, 12, 13 im Zusammenwirken mit einer zentralen Wärmesenke 40. [0014] Die erfindungsgemäße Vorrichtung hat den Vor-

zug, dass eine in Fig. 1 mit 1 und mit den Einzelheiten 2 bis 30 bezeichnete Vorrichtung ein geschlossenes System ist und mit weiteren zugehörigen, der Kühlung dienenden Betriebseinrichtungen, wie der Wärmesenke 40, nur eine wärmekontakterende und -ableitende Berührung hat. Dieses System der beschriebenen Vorrichtung 1 hat einen in sich geschlossenen Umlauf des Kältemittels innerhalb der Vorrichtung. Es bedarf eines Öffnens nur bei z. B. einem Ersatz von durch Leckage verloren gegangenen Kältemittels. Gerade weil die erfundungsgemäße Vorrichtung 1 keine mechanisch bewegten und zu bewegenden Teile umfasst, ist diese Leckage sogar außerordentlich gering. Eine dennoch möglicherweise erforderliche Reparatur oder ein vorzunehmender Austausch kann andererseits so ausgeführt werden, dass davon weitere an die Wärmesenke 40 angeschlossene Vorrichtungen 12, 13 nicht betroffen sind. Ein solcher Eingriff ist z. B. dann notwendig, wenn ein Austausch des Betriebelements 10 vorzunehmen ist.

[0015] Fig. 2 zeigt hierzu eine solche Anordnung für eine 3-Phasen-Anlage mit den genannten Vorrichtungen 11, 12 und 13 für die jeweilige Spannungsphase.

Patentansprüche

1. Vorrichtung für in einem Kryostaten (2) zu betreibendes elektrisches Betriebelement (10) mit Stromleitungen (11) von und zu einem auf Raum- oder höherer Temperatur befindlichen weiteren elektrischen Betriebelement (50) mit Abgaskühlung der Stromleitungen (11) mittels im Kryostaten (2) befindlichen Kältemittels (5) und mit einem Wärmetauscher (30) zur Wärmeabfuhr an eine Wärmesenke (40), dadurch gekennzeichnet, dass eine bezüglich des Kältemittels (5) im geschlossenen Umlauf (LN₂, GN₂) allein thermosyphon-angetriebene Strömung (20) des gasförmigen Anteils des Kältemittels (5) zwischen Kryostat (2) und Wärmetauscher (30) vorgesehen ist, und nur der Wärmetauscher (30) der Vorrichtung (1) mit der Wärmesenke (40) wärmeübertragend (31) verbunden ist.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass zur wärmeübertragenden Verbindung (31) der Wärmetauscher (30) mit einer Gemischkaskaden-Kältemaschine als Wärmesenke (40) verbunden ist.
3. Zusammenschaltung einer Mehrzahl Vorrichtungen nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass diese (11, 12, 13) mit einer gemeinsamen Wärmesenke (40) derart verbunden sind, dass jede der einzelnen Vorrichtungen (1) einzeln von der Wärmesenke (40) abzutrennen ist ohne Einfluss auf den bestimmungsgemäßen Betrieb der übrigen mit der Wärmesenke (40) verbundenen Vorrichtungen (1).

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

FIG 1

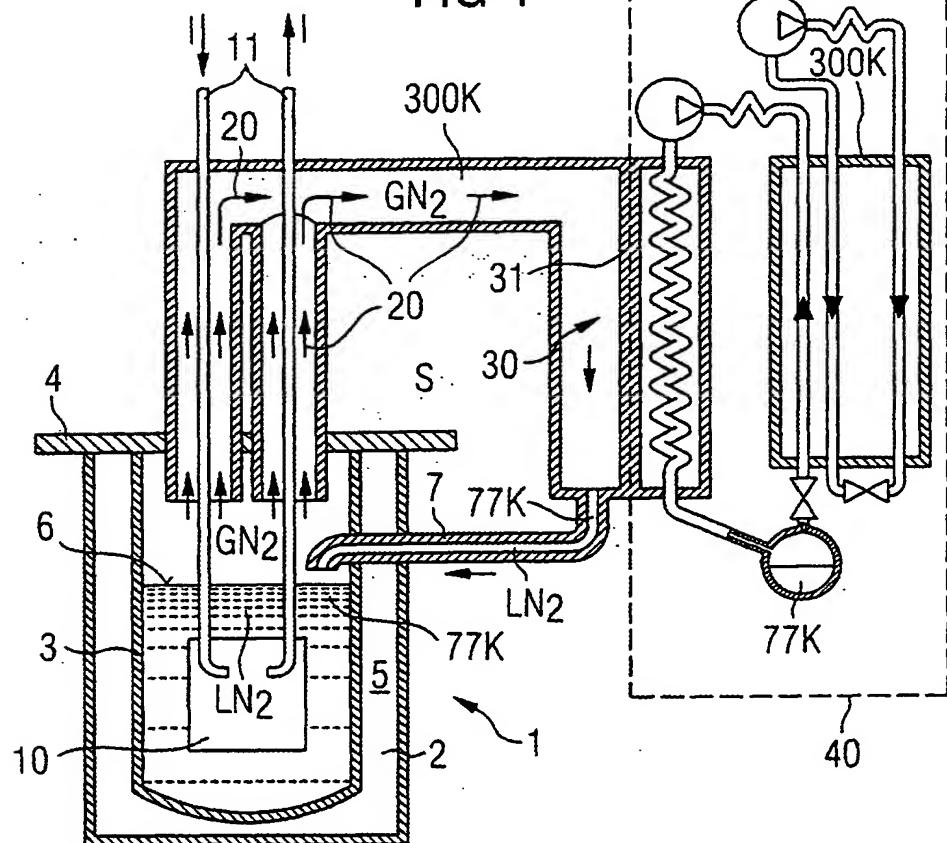


FIG 2

